

Kallonmurtumat ikääntyneessä väestössä: retrospektiivinen havainnoiva tutkimus

Simo Kyllönen

Lääketieteen kandidaatti

Suu- ja leukasairauksien osasto

Helsinki 3.5.2021

Tutkielma

simo-heikki.kyllonen@helsinki.fi

Ohjaajat: Johanna Snäll, Antti Mäkitie

HELSINGIN YLIOPISTO

Lääketieteellinen tiedekunta



Tiedekunta Lääketieteellinen tiedekunta		Koulutusohjelma Lääketiede	
Tekijä Simo Kyllönen			
Työn nimi Kallonmurtumat ikääntyneessä väestössä: retrospektiivinen havainnoiva tutkimus			
Oppiaine/Opintosuunta Suu- ja leukakirurgia			
Työn laji Syventävä tutkielma	Aika 05/21	Sivumäärä 30	
Tiivistelmä <p>Pään trauman seurauksena syntyvä aivovamma on kliinisesti merkittävä invaliditeetin ja kuolleisuuden aiheuttaja maailmanlaajuisesti. Kallonmurtuman merkitys traumaattisia aivovammoja komplisoivana tekijänä on tunnettu. Samaan aikaan trendinä länsimaissa on väestön ikääntyminen, ja traumaattisen aivovamman saaneiden potilaiden kohdalla iän tiedetään olevan itsenäinen ennustetta heikentävä tekijä.</p> <p>Tämän tutkimuksen tavoitteena oli tarkastella täysi-ikäisistä kallonmurtumapotilaista koostuvaa aineistoa. Tutkimuksessa verrattiin miten ikääntyneemmät potilaat eroavat nuoremmasta vertailuryhmästä aivovammojen ja muiden liitännäisvammojen osalta. Lisäksi vertailtiin eri vammamekanismien ja muiden taustatekijöiden eroavaisuuksia ryhmien välillä.</p> <p>Tutkimuksen aineisto koottiin retrospektiivisenä potilasasiakirjatutkimuksena Helsingin yliopistollisen keskussairaalan (HYKS) traumakeskuksessa, Töölön tapaturma-asetalla, vuosina 2013-2018 hoidetuista potilaista, joilla oli diagnosoitu kallonmurtuma. Aineisto käsitti 526 potilasta. Potilaiden keski-ikä oli 51,4 vuotta. Miesten osuus oli 78,5 %. 60-vuotiaita ja tätä vanhempia oli 37,3 % potilaista, 41,0 % aivovamman saaneista, ja 66,7 % menehtyneistä. Potilaista 420:lla todettiin myös kallonsisäinen vamma, ja näistä 60 menehtyi.</p> <p>Kallonmurtuma ilman kallonsisäistä vammaa oli 106 henkilöllä, ja tässä ryhmässä kuolleita ei ollut. Vammamekanismien osalta samalla tasolla kaatuminen oli selvästi yliedustettuna iäkkäämpien vertailuryhmässä. Vaikka näihin assosioitui ampumavammoja lukuun ottamatta suurin kallonsisäisen vamman esiintyvyys, oli kuolleisuus portaissa kaatuneiden ja liikenneonnettomuudessa loukkaantuneiden keskuudessa yleisempää. Tämän pääteltiin johtuvan kliinisesti merkittävistä muista liitännäisvammoista, jotka komplisoivat potilaan hoitoa ja heikentävät ennustetta.</p> <p>Tämän tutkimuksen perusteella erityisesti aivovamman esiintymistä kallonmurtuman yhteydessä voidaan pitää kliinisesti merkittävänä kuolleisuuden aiheuttajana pään trauman saaneilla potilailla. Traumapotilaiden huolellinen diagnostiikka pään vammojen osalta, vammamekanismista riippumatta, on tärkeässä roolissa osana moniammatillista työskentelyä.</p> <p>(221 sanaa)</p>			
Avainsanat – Keywords Head Injuries; Skull fracture; Traumatic Brain Injury; Craniocerebral trauma			
Ohjaaja tai ohjaajat Johanna Snäll, Antti Mäkitie			
Säilytyspaikka Helsingin yliopiston kirjasto			
Muita tietoja			

1	Johdanto.....	1
2	Kirjallisuus.....	1
2.1	Kallonmurtumat ja niiden luokittelu.....	2
2.2	Kallonmurtumien etiologia ja yleisyys	2
2.3	Kallonmurtumat eri ikäryhmissä	3
2.4	Kallonmurtumat ja traumaattinen aivovamma	4
2.5	Kallonmurtumien diagnostiikka	6
2.6	Kallonmurtumapotilaiden muut liitännäisvammat	7
2.7	Kallonmurtumien hoito	8
2.8	Kallonmurtumien prognoosi.....	9
3	Aineisto.....	9
3.1	Tutkimuksen tarkoitus ja tavoite	9
3.2	Tutkimusasetelma	9
3.3	Tutkimuksen muuttujat	10
3.4	Tutkimuksen oikeutus ja tutkimuslupa	10
4	Löydökset	10
4.1	Aineisto	10
4.2	Tulokset.....	14
4.2.1	Sukupuoli	16
4.2.2	Vammamekanismit, kallonmurtumatyypit ja muut liitännäisvammat.....	16
4.2.3	Muut muuttujat	17
4.2.4	Kallonsisäiset vammat	17
4.2.5	Kallonsisäisten vammojen piirteet.....	18
4.2.6	Glascgow Coma Scale ja kuolleisuus	21
4.2.7	Kallonmurtumatyyppi ja kuolleisuus.....	21
4.2.8	Vammamekanismi ja kuolleisuus	22
5	Pohdinta.....	22
5.1	Rajoitukset.....	22
5.2	Tuloksiin liittyvä pohdinta	23
5.3	Oma osuuteni tutkimuksessa	26
6	Johtopäätökset.....	26
	Lähdeluettelo	27

1 Johdanto

Tutkielman tarkoituksena on tarkastella täysi-ikäisistä kallonmurtumapotilaista koostuvaa aineistoa epidemiologiselta kannalta ja arvioida aineistosta vammamekanismien sekä aivo- ja liitännäisvammojen erityispiirteitä erityisesti ikääntyneiden (yli 60-vuotiaat) ryhmässä. Tarkoituksena on myös verrata ikääntyneiden ikäryhmää alle 60-vuotiaiden ryhmän vammalöydöksiin.

Suomessa väestö ikääntyy muiden länsimaiden maiden tapaan. Vuonna 2019 esimerkiksi yli 65-vuotiaita oli hieman yli 1 232 000, väestöstä noin 22,3 %, mutta vuoteen 2030 mennessä tämän osuuden ennustetaan kasvavan 26,1 %:iin, ja trendin odotetaan jatkuvan myös tästä eteenpäin (1,2). Ikääntyneen väestön alttius traumaperäisten nmmurtumien ja niiden erityispiirteiden osalta on siksi tärkeä ja kiinnostava tutkimuksen kohde.

2 Kirjallisuus

Traumaattisten pään vammojen suhteen kirjallisuus painottuu traumaattisiin aivovammoihin (*traumatic brain injury*, TBI). Pään vammojen kohdalla traumaattinen aivovamma on kriittinen tila, jota usein komplisoi useat liitännäisvammot eli kehon muiden osien vammat (3-5). Maailmanlaajuisesti traumaattisilla aivovammoilla on merkittävä kansanterveydellinen merkitys niin kehittyneissä kuin kehittyvissäkin maissa, ja ne ovat edelleen merkittävä sairastavuuden ja kuolleisuuden aiheuttaja. (3,4,6,7)

Kallonmurtumat ovat pitkälti seurausta samankaltaisista pään vammoista kuin traumaattiset aivovammat. Vaikka murtumat itsessään eivät vaatisi hoitoa, kertovat ne tyypillisesti päähän kohdistuneen trauman voimakkuudesta, ja edelleen, kallon sisäisen verenvuodon tai ruhjeen mahdollisuudesta. Potilaalla voi olla vakava pään sisäinen vamma ilman kallonmurtumaa, ja toisaalta kallonmurtuma ilman merkittävää pään sisäistä vammaa. (3,6,8-10)

2.1 Kallonmurtumat ja niiden luokittelu

Pään vammojen kohdalla traumaattiset kallonmurtumat ovat lähes poikkeuksetta seurausta dynaamisesta voimasta, joka ylittää kallon luisten rakenteiden kestäkyvyn (11). Yksinkertaisimmillaan kallonmurtumat (pois lukien kasvoluiden murtumat) jaotellaan kallonpohjan ja kalotin murtumiin. Kalotin murtumat ovat tyypillisesti lineaarisia ja hyväasentoisia, ja kallon sisään painuneet impressiomurtumat ovat harvinaisempia (6,8). Kalotin murtumat voidaan sijainnin mukaan jaotella vielä otsaluun, pälaenluiden ja takaraivoluun murtumiin (12).

Yoganadan ym. selvittivät kallonmurtumien biomekaniikkaa käyttäen kadaverikalloja. Impressiomurtumien suhteen merkittävin luinen vaurio sijaitsee iskun saaneella alueella. Lineaaristen murtumien kohdalla murtumaraot olivat monesti suuremmat muualla kuin suoraan kuormitetulla alueella. (11)

Kallonpohja voi murtua joko etu-, keski- tai takakuopan alueelta. Etukuopan alueen muodostavat osina otsaluun (*os frontale*) puolikkaat, seualuu (*os ethmoidale*) ja anteriorinen kitaluu (*os sphenoidale*). Keskikuopan muodostavat ohimoluiden (*os temporale*) etuosat, posteriorinen kitaluu. Takakuoppa muodostuu posteriorisista ohimoluista sekä takaraivoluusta (*os occipitale*). (6,8,13)

Suomessa käytössä oleva ICD-koodisto käsittää neurokraniumin murtumien kohdalla koodit S02.00 (Kallonlaen murtuma suljettu), S02.01 (Kallonlaen murtuma avoin), S02.10 (Kallonpohjan murtuma ilman kallonsisäisiä vammoja) sekä S02.11 (Kallonpohjan murtuma ja kallonsisäisiä vammoja). Lisäksi käytössä on S02.70 sekä S02.71 kallon ja kasvojen alueen monimurtumille (Useat pääkopan ja/tai kasvojen luiden murtumat). (14)

2.2 Kallonmurtumien etiologia ja yleisyys

Aivovammojen ilmaantuvuudesta Suomessa ei ole luotettavaa tietoa, mutta arvion mukaan jonkun asteisen vamman saa vuosittain noin 20 000 suomalaista. Kallonmurtumat ovat seurasta tyypillisesti samanlaisista vammoista kuin traumaattiset

aivovammat. Vammamekanismina sairaalassa hoidettavissa aivovammoissa taustalla on 65 %:ssa erilaiset kaatumiset ja putoamiset, 20 %:ssa liikenneonnettomuudet ja 5 %:ssa väkivalta. Noin puolessa tapauksista vamman taustalla on todettu päihtymystila. (6)

Pään vammojen ilmaantuvuus on suurimmillaan 16-25 -vuotiaiden sekä yli 70-vuotiaiden ikäryhmissä. Muita altistavia tekijöitä pään vammojen taustalla on päihteiden käyttö, miessukupuoli, yleisesti riskinottoon taipuva persoonallisuus sekä kulkuvälineisiin liittyvä riskikäyttäytyminen, kuten pyöräily ilman kypärää, ylinopeus ja ilman turvavyötä autoilu. (6,7,15-17)

2.3 Kallonmurtumat eri ikäryhmissä

Iän merkitys pään vammojen, ja tarkemmin aivovammojen yhteydessä, itsenäisenä ennustetta heikentävänä tekijänä on ollut tiedossa jo pitkään (18). Mushkudiani ym. tutkivat traumaattisia aivovammoja ja potilaiden ennusteeseen vaikuttavia demografisia tekijöitä, ja ikä oli vahvasti sidoksissa huonompaan ennusteeseen (OR 2.14; 95% CI 2.00–2.28, n = 8719) (17).

Fabbri ym. selvittivät pään vammoihin liittyvien tekijöiden vaikutusta potilaiden ennusteeseen. Tutkimuksessa havaittiin, että kallon sisäisiä vammoja esiintyi todennäköisemmin yli 65-vuotiaiden ikäryhmässä (42.0% vs. 29.4%; OR 1.08; 95% CI, 1.06 - 2.87; p = 0.036). (20)

Gelbard ym. selvittivät yli 65-vuotiaiden kaatumisiin ja putoamisiin vaikuttavien tekijöiden ja niistä aiheutuvien vammautumisten erityispiirteitä. Maan tasalla kaatumisen rajana pidettiin alle metrin korkeudesta kaatumista. Yhteensä 400 potilaan aineistossa maan tasalla kaatuneista (n = 344) ja tätä korkeammalta pudonneista (n = 56) kallonmurtuma esiintyi vastaavasti 2,0 % ja 5,4 %, ja kallon sisäinen vamma vastaavasti 22,1 % ja 25,0 %. (21)

2.4 Kallonmurtumat ja traumaattinen aivovamma

Vaikean aivovamman tiedetään huonontavan merkittävästi monivammapotilaan ennustetta. Suomessa noin 3 500 ihmistä vuosittain saa vaikean aivovamman. Pysyvä aivovamman aiheuttama invaliditeetti on noin 100 000 ihmisellä. Lievien vammojen määrästä ei ole tarkkaa käsitystä, sillä suuri osa näistä jää diagnosoimatta ja kirjaamatta. (14)

Kraus ym. määritteli tutkimuksessaan aivovamman käsittämään aivokudoksen ja siihen liittyvien rakenteiden mekaaniset vauriot sekä vammasta seurauksena kehittyneet aivojen toimintahäiriöt. Määrittely kattaa sekä aivokudoksen rakenteisiin ulottuvat lävistävät vammat kuin myös tylpät pään vammat, jotka ilman kallon lävistävää vauriota aiheuttavat kontuusiota, verenvuotoa tai muuta aivojen rakenteellista vauriota. (15)

Menon ym. artikkelissa keskityttiin aivovamman määritelmään. Artikkelissa todetaan, että pään vammoista puhuttaessa terminologia on painottunut traumaattiseen aivovammaan ja sen määrittelemiseen, mikä edelleen heijastelisi ymmärrystä aivokudoksen vaurioitumisen suuremmasta kliinisestä merkityksestä verrattuna päänahan tai luisen kallon vaurioihin. Artikkelissa määritellään laajimmillaan traumaattisen aivovamman ulkoisen voiman aiheuttamaksi aivojen toiminnan muutokseksi tai muuksi osoitettavissa olevaksi trauman aiheuttamaksi patologiseksi muutokseksi. Tarkemmin artikkelissa määritellään aivojen toiminnan muutokseksi seuraavat merkit:

- Tajuttomuusjakso, tai alentunut tajunnantaso
- Muistikatko käsittäen välittömästi vammaa edeltävät tapahtumat (retrogradinen amnesia) tai vamman jälkeiset tapahtumat (post-traumaattinen amnesia, PTA)
- Neurologiset oireet kuten heikkous, tasapainohäiriöt, näkökyvyn häiriöt, dyspraxia, halvausoireet, tuntopuutokset tai muut aistihäiriöt, sekä afasia
- Henkisen tilan muutos, kuten sekavuus, desorientaatio tai uneliaisuus (22)

Ensihoitotilanteessa ja sairaalassa on syytä epäillä aivovammaa, mikäli potilaan tajunnantason oletetaan heikentyneen vamman seurauksena, tai mikäli potilaalla on muistikatkos vammahetkeen liittyen, tai on havaittavissa ulkoisia pään alueen vammoja, kun taustalla on suurien energien vamman mahdollisuus. Vammamekanismin merkitys on

oleellinen aivovamman syntymistä arvioitaessa. Tylpässä pään alueen vammassa aivokudos voi vaurioitua sekä suoraan iskusta että iskusta aiheutuvan aivokudoksen kiihtyvyys-hidastuvuusliikkeen seurauksena. Pään suuri kiihtyvyys vamman yhteydessä aiheuttaa aivokudoksen osumista kallon rakenteisiin sekä kallonsisäisten rakenteiden, esimerkiksi laskimoiden, repeytymisiä. (14,22)

Aivovammojen luokittelussa ja arvioinnissa voidaan ottaa huomioon aivovamman vakavuus, rakenteellinen sijainti sekä aiheutuuko vamma välittömästi vammahetkellä vai viiveellä. (6,8,14).

Lievään aivovammaan ei yleensä liity yli 30 minuutin tajuttomuutta. Tajunnan palattua oireina voi olla päänsärkyä, pahoinvointia ja huimausta. Vammautumiseen liittyvä muistikatkos on yleensä enintään tunnin pituinen, eikä lievässä aivovammassa ole TT-kuvantamislöydöksiä. (22,23)

Rakenteellisessa luokittelussa aivokudoksen vaurioiksi huomioidaan aivoruhje eli kontuusio, aivokudoksen sisäinen verenvuoto (intracerebraalivuoto, ICH) sekä diffuusi aksonivaurio (DAI). Aivovammojen luokittelussa rakenteellisina vaurioina otetaan huomioon aivokudoksen ulkopuoliset verenvuodot kovakalvonalainen verenvuoto (subduraalihakemooma, SDH), kovakalvonulkoisen verenvuoto (epiduraalihakemooma, EDH) ja traumaattinen lukinkalvonalainen verenvuoto (traumaattinen subaraknoidaalivuoto, SAV). (6,8,14,24)

Pään vamman yhteydessä välittömästi mekaanisen voiman seurauksena tapahtuva primaarivaurio kallon sisällä johtaa yleensä peruuttamattomaan aivovaurioon. Heti menetetyn kudoksen ympärillä olevaa kudosaluetta kutsutaan penumbraksi. Paikallisen turvotuksen, trauman aiheuttaman tulehdusreaktion sekä mahdollisen kudoksen hapenpuutteen takia penumbran elinkelpoisuus on uhattuna. Sekundaarivaurioiden ehkäiseminen aivovammojen yhteydessä liittyy penumbran sekä muiden systeemisten ja kallonsisäisten laajenemaan pyrkivien prosessien aiheuttamiin aivokudoksen vaurioihin. Paikallisen tulehduksen lisäksi kallonsisäistä painetta nostavia ja aivokudoksessa tilaa vieviä prosesseja ovat kallonsisäiset hematoomat sekä aivo-selkäydinnestekierron häiriöt. Merkittävimmät fysiologiset syyt sekundaarivaurioiden taustalla ovat hypoksia,

hypotensio, sekä hyper- tai hypokapnia riittämättömän tai liiallisen keuhkoventilaation seurauksena. Aivovammoihin voi liittyä yleistynyttä kouristelua tai nykimistä, mikä on merkinä aivokudoksen sähköisestä kaaoksesta lisäten kudoksen hapenkulutusta aivoissa moninkertaiseksi. (6,25)

Aivovamman vaikeusastetta ja potilaan ennustetta voidaan karkeasti arvioida jo ensihoidon löydösten perusteella GCS-pisteytyksen (Glasgow Coma Scale) avulla (26). Arvioitavana on silmien avaaminen (1-4 pistettä), puhevaste (1-5 pistettä) sekä liikevaste (1-6 pistettä), ja kokonaispisteet vasteiden mukaan vaihtelevat välillä 3-15 (27). Potilaan mahdolliset kasvojen traumat sekä esimerkiksi intubointi vaikeuttavat GCS:n luotettavaa arviointia puhe- ja silmäpisteytyksen osalta, ja tajunnan tason määrittämisen tärkeimpänä vasteena pidetään liikevastetta (26,28,29).

Heiden ym. selvittivät kliinisten tekijöiden merkitystä vakavan aivovamman saaneiden potilaiden ennusteeseen. GCS:n ulkopuolisina tekijöinä normaaliin pupillareaktioiden sekä okulovestibulaaristen refleksien puuttumisen havaittiin olevan huonon ennusteen merkki. (18)

Kallonmurtumien merkityksestä kallonsisäisten vaurioiden yhteydessä traumapotilailla on eriävää näyttöä vaihdellen vamman etiologian, voimakkuuden, ja assosioituvien kallonmurtumatyyppien mukaan. Joissain aineistoissa kallonmurtumien on jopa katsottu suojaavan potilaita merkittävämmiltä kallon sisäisiltä vaurioilta, ja toisaalla esitetään kallonmurtuman lisäävän kallon sisäisen verenvuodon todennäköisyyttä merkittävästi. (3,10,19,30,31)

2.5 Kallonmurtumien diagnostiikka

Vammapotilaan ensiarvion ensihoitotilanteessa sekä myöhemmän kliinisen arvion potilaan saapuessa sairaalaan tulisi noudattaa cABDE-protokollaa (32). Välittömästi henkeä uhkaava verenvuoto tyrehdytetään (c), minkä jälkeen turvataan ilmatiet (A), varmistetaan hengitys (B), tarkistetaan verenkierron tila (C). Potilaan vitaalitoimintojen turvaamisen jälkeen tarkistetaan tajunnantila (D), ja lopuksi tutkitaan muut vammat (E) (33).

Pään vammojen osalta on oleellista pitää impressiomurtuman mahdollisuus mielessä ja inspektoida ja palpoida potilaan pää (8). Kallonpohjan murtuman merkkinä potilaalla voi tulla verta tai erityisesti aivo-selkäydinnestettä murtuman sijainnin mukaan nenästä tai korvasta (26). Etukuopan murtuman seurauksena kovakalvoon voi tulla reikä aiheuttaen likvorin vuotoa nenästä, minkä lisäksi voi esiintyä silmän ympärysten verenpurkauksia (ns. Brillen hematooma) (8). Keskikuopan murtuman seurauksena voi esiintyä vastaavasti kovakalvon vaurioituessa likvorin vuotoa korvasta, kuulo-oireita sekä huimausta (26,34). Myös verenvuoto korvasta, tärykalvon takainen veri sekä korvan takana olevan mastoideuslokeroston päällä oleva mustelma (nk. *battle sign*) voivat olla merkkejä keskikuopan murtumasta (8,13).

Aikuisilla traumapotilailla pään vamman yhteydessä epäiltäessä kallonmurtumaa tai kallonsisäistä vaurioita on natiivi-TT-kuvaus ensisijainen päivystyksellisesti tehtävä radiologinen tutkimus (5,6,13,18,24,26,29,31,34,35). Lieväasteisemmissä pään vammoissa Suomessa käytössä olevat kuvantamiskriteerit pohjautuvat pitkälti Canadian Head CT-säännöstöön (CCHR) (8,24). Lieväoireiseltakin potilaalta CCHR listaa kuvantamisindikaatioksi pään luisten traumojen osalta epäilyn avoimesta tai kallon sisään painuneesta murtumasta, sekä minkä tahansa mahdollisesti kallonpohjan murtumaan viittaavan merkin (36).

2.6 Kallonmurtumapotilaiden muut liitännäisvammat

Tajunnanhäiriötä aiheuttavissa pään vammoissa arviolta noin 7 % potilaista on myös kaulanikamien murtuma ja suurentunut selkäydinvamman riski (26). Useimmat tutkimukset pään vammojen osalta eivät huomioi liitännäisvammoja, ja monivammapotilaat on usein jätetty pois aineistoista (5,35,37,38).

Cevik ym. selvittivät moottoroituihin liikenneajoneuvoihin liittyvissä onnettomuuksissa loukkaantuneiden yli 65-vuotiaiden ennusteeseen vaikuttavia tekijöitä. Tämän kaltaisissa onnettomuuksissa merkittävät pään alueen traumat (OR:12,8 [95% CI: 2,35-69,28]), vatsan alueen vammat (OR:14,4 [95% CI: 3,78-54,92]) ja lantion vammat (OR:12,4 [95% CI: 2,99-51,41]) ennustivat suurinta kuolleisuutta. (39)

Keller ym. selvittivät korkeaenergisien vamman seurauksena ortopedisen vamman saaneiden yli 65-vuotiaiden kuolleisuuteen liittyviä piirteitä. Tutkimuksessa havaittiin, että solisluun murtumat assosioituivat merkittävästi iäkkäiden ryhmässä kuolleisuuteen suurienergisien vamman jälkeen (OR 3.67 [CI 1,7-7,93]), mitä tutkijat pitivät alkuun yllättävänä löydöksenä. Edelleen menehtyneiden potilaiden kuolinsyiden pohjalta tutkijat tulkitsivat tämän johtuvan solisluun murtuman saaneiden potilaiden merkittävistä samanaikaisista rintakehän ja pään vammoista. Tutkijat suosittelivatkin korkeaenergisien vamman saaneilla potilailla solisluun murtuman huomioimista triagen yhteydessä. (40)

2.7 Kallonmurtumien hoito

Varhaisimmat viitteet kalloon kohdistuneista kirurgisista toimenpiteistä ajoittuvat aikaan 10 000 eKr., mistä todisteena on treponoitua kalloja. Löydetyissä kalloissa on havaittavissa toimenpiteen jälkeistä luun uudelleen muodostusta todisteena siitä, että potilas on selvinnyt toimenpiteestä. Historiallisten tapausselostojen puuttuessa indikaatiot tämänkaltaisten toimenpiteiden taustalla eivät ole varmuudella tiedossa. (41)

Neurokraniumin luiden murtumat itsessään vaativat harvemmin hoitoa, mutta suurienergistien vammojen kohdalla pään sisäiset ja muut liitännäisvammat vaativat monesti vähintään sairaalaseurantaa tai -hoitoa (6,8). Kalotin ja kallonpohjan murtumien kirurginen hoito on tarpeen, mikäli murtuma itsessään tai kallonsisäinen vaurio aiheuttaa painetta, aivoselkäydinneste vuotaa tai alueella on merkittävä suonien tai aivohermon vaurio (13).

Impressiomurtumat kohotetaan usein leikkauksella niiden aiheuttaessa luun paksuutta suuremman painuman aivoon tai jos ne ovat näkyvällä alueella. Avoin impressiomurtuma vaatii hoitoa 24 tunnin kuluessa infektiovaaran takia. (6,8,13)

2.8 Kallonmurtumien prognoosi

Kallonmurtuman saaneiden potilaiden kohdalla kokonaisennuste on riippuvainen pitkälti traumaattisen aivovamman ennusteesta. Aivovamman osalta akuuttivaiheesta selviäminen ja kuntoutumisen edellytykset ovat riippuvaisia useista tekijöistä ja vaihtelu on suurta. (42-47)

Suomessa pääkuolinsyynä aivovamma on vuosittain noin 1000 henkilöllä, ja alle 45-vuotiaiden ikäryhmässä se on yleisin välitön kuolinsyy. Pysyvien jälkitilojen esiintyvyydeksi on esitetty noin 2,3 % väestöstä, ja niiden merkitys nuorten aikuisten pysyvän invaliditeetin taustalla on merkittävä. (6)

3 Aineisto

3.1 Tutkimuksen tarkoitus ja tavoite

Tarkoituksena on tarkastella kallonmurtumapotilaista koostuvaa aineistoa epidemiologiselta kannalta ja arvioida aineistosta vammamekanismien sekä aivo- ja liittännäisvammojen esiintyvyyden erityispiirteitä erityisesti ikääntyneiden ryhmässä.

Tutkimushypoteesina oli, että kallonmurtumien taustatekijöissä ja kallonmurtumiin liittyvien aivovammojen esiintyvyydessä on eroja ikääntyneiden ja nuorempien potilaiden välillä. Tavoitteena on löytää aikuisväestön kallonmurtumapotilaiden ennusteeseen ja oheisvammoihin liittyviä riskitekijöitä kliinisen päätöksenteon tueksi.

3.2 Tutkimusasetelma

Tutkimusaineisto koottiin retrospektiivisena potilasasiakirjatutkimuksena Helsingin yliopistollisen sairaalan traumakeskuksessa, Töölön tapaturma-asemalla vuosina 2013-2018 potilaista, joilla oli diagnosoitu kallonmurtuma. Potilaat haettiin sähköisestä potilastietojärjestelmästä diagnoosikoodin perusteella (ICD-10: S02* Kallon ja kasvojen luiden murtumat).

Tutkimukseen otettiin mukaan täysi-ikäiset (≥ 18 -vuotiaat) potilaat, joilla diagnosoitiin kallon alueen murtuma. Potilaat, joiden murtumaa tai murtumaepäilyä ei vahvistettu radiologisesti, suljettiin pois tutkimuksesta. Potilasasiakirjat tutkittiin yksityiskohtaisesti ja tutkimuksessa käytetyt tiedot kerättiin manuaalisesti. Koottavia tietoja olivat potilaiden taustatiedot, vammatapahtumaan liittyvät tiedot ja vammalöydökset.

3.3 Tutkimuksen muuttujat

Tutkimuksen vastemuuttuja oli kallon sisäinen vamma. Ennustava muuttuja oli potilaan ikäryhmä (18–59 -vuotiaat ja ≥ 60 -vuotiaat). Muina tutkimuksessa tarkasteltuina muuttujina olivat ikä, sukupuoli, vammamekanismi, alkoholin vaikutus vammahetkellä ja antikoagulaatiolääkitys. Vammalöydöksiin liittyvinä muuttujina olivat kallonmurtumatyyppi (kallonpohja tai muu kallon alueen murtuma), liitännäinen kasvomurtuma, DAI, tajuttomuus, muistikatko, ensivaiheen GCS, ensivaiheen intubaatio, potilaan muut vammat, jatkokuntoutus ja potilaan kuolema sairaalahoidon aikana.

3.4 Tutkimuksen oikeutus ja tutkimuslupa

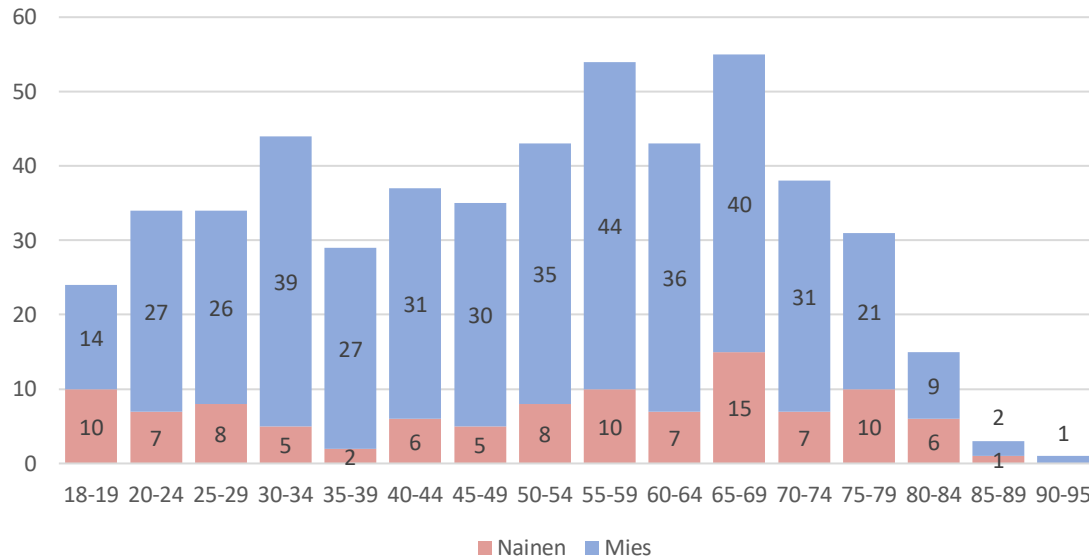
Tutkimukseen on saatu Helsingin yliopistollisen sairaalan tutkimuslupa (HUS/356/2017). tutkimus toteutettiin retrospektiivisena asiakirjatutkimuksena, joten tutkimuslupa ei edellyttänyt yliopistosairaalan eettisen toimikunnan käsittelyä.

4 Löydökset

4.1 Aineisto

Käsiteltävän aineiston potilaat olivat iältään 18-92-vuotiaita. Potilaiden keski-ikä oli 51,4 vuotta ja mediaani 52,8 vuotta. Potilaista 413 (78,5 %) oli miehiä ja 113 (21,5 %) naisia. Suhdeluku (M:N) on 3,65.

60-vuotiaita tai tätä vanhempia oli potilaista 196 (37,3 %), ja 18–59-vuotiaita oli vastaavasti 330 (62,7 %). Tarkempi ikä- ja sukupuolijakauma on esitetty kuvassa 1.



Kuva 1. Aineiston potilaiden ikä- ja sukupuolijakauma

Aineistossa vammat jaoteltiin etiologian osalta yhdeksään luokkaan, jotka olivat pahoinpitely, korkealta putoaminen, portaissa kaatuminen, kaatuminen maan tasalla, liikenneonnettomuus (moottoroitu ajoneuvo osallisena), polkupyöräonnettomuus (ei moottoroitua ajoneuvoa osallisena), osuma esineestä, ampuma-asevamma, sekä vammamekanismiltaan epäselväksi jääneet ja muuten aiempiin kuvauksiin sopimattomat vammat.

Potilaiden sukupuolijakauma, jaottelu 18–59- sekä 60-vuotiaisiin ja tätä vanhempiin, vammamekanismien suhteelliset ja absoluuttiset osuudet, sekä tieto alkoholista ja antikoagulaatiolääkityksen käytöstä löytyvät esitettynä löytyvät taulukosta 1.

Taulukko 1. Potilaiden sukupuoli, ikä, vammamekanismit, sekä alkoholin ja antikoagulaatiolääkityksen esiintyminen aineistossa

	Lukumäärä	Prosenttiosuus
Sukupuoli		
Mies	413	78,5 %
Nainen	113	21,5 %
Ikäryhmät		
≥60-vuotiaat	196	37,3 %
18–59-vuotiaat	330	62,7 %
Vammamekanismi		
Pahoinkitely	41	7,8 %
Korkealta putoaminen	82	15,6 %
Portaissa kaatuminen	56	10,6 %
Kaatuminen maan tasalla	174	33,1 %
Liikenneonnettomuus	70	13,3 %
Polkupyöräonnettomuus	44	8,4 %
Osuma esineestä	24	4,6 %
Ampuma-asevamma	5	1,0 %
Mekanismi muu tai tuntematon	30	5,7 %
Alkoholi		
Kyllä	223	42,4 %
Ei	192	36,5 %
Ei tietoa	111	21,1 %
Antikoagulaatiolääkitys		
Kyllä	64	12,2 %
Ei	462	87,8 %

Kallonmurtumien osalta potilaat oli jaoteltu kolmeen ryhmään: kallonpohjan murtuma, kalotin murtuma sekä näiden molempien yhtäaikainen murtuma. Kasvojen alueen luiden murtumat ovat eroteltuna aineistossa erikseen liitännäisvammoina. Muiden liitännäisvammojen osalta jaottelu käsitti murtumat ja luksaatiot yläraajoissa, murtumat ja luksaatiot alaraajoissa, luisen lantioorenkaan vammat, torson vammat (käsittäen lanne- ja rintarangan vammat, kylkiluiden murtumat, sisäelinten vammat), kaularangan vammat ja kaulasuonten vammat. Lisäksi liitännäisvammojen osalta aineistossa eroteltiin vammaluokka ”muu”, joka tyypillisesti tarkoitti hoitoa vaatineita haavoja.

Kallonmurtumien osuudet sekä kasvoluiden murtumien ja muiden liitännäisvammojen esiintyminen on esitetty taulukossa 2.

Taulukko 2. Kallonmurtumatyypit, kasvoluiden murtuma ja muut liitännäisvammat aineistossa

	Lukumäärä	Prosenttiosuus
Kallonmurtumatyyppi		
Kallonpohja	274	52,1 %
Kalotti	187	35,6 %
Molemmat	65	12,4 %
Kasvoluiden murtuma		
Kyllä	261	49,6 %
Ei	265	50,4 %
Muu liitännäisvamma		
Kyllä	178	33,8 %
Yläraaja	74	14,1 %
Alaraaja	33	6,3 %
Lantio	26	4,9 %
Torso	101	19,2 %
Kaularanka	35	6,7 %
Kaulavaltimo	22	4,2 %
Muu	31	5,9 %
Ei	348	66,2 %

Kallonsisäinen vamma käsitti aineistossa ICH:n, SAV:n, SDH:n ja EDH:n, ja näitä todettiin 420 potilaalla, minkä lisäksi erillisenä aivovammana diffuusi aksonivaurio (DAI) todettiin 45 potilaalla. Lisäksi aineistossa on eriteltynä anamnestinen tieto vammaan liittyvästä tajuttomuudesta, muistikatkosta, primaarivaiheessa määritetystä - GCS-arvosta, intubaation tarpeesta, sekä eräänlaisina päätemuuttujina jatkokuntoutuksen tarve sekä mortaliteetti seurannan aikana. Tiedot näistä ovat esitettynä taulukossa 3.

Taulukko 3. Aineiston kuvaus kallonsisäisen vamman, DAI:n esiintyvyyden, tajuttomuuden, muistikatkon, alkuvaiheen GCS:n, intuboinnin, jatkokuntoutuksen ja kuolleisuuden osalta

	Lukumäärä	Prosenttiosuus
Kallonsisäinen vamma		
Kyllä	420	79,8 %
ei	106	20,2 %
DAI		
Kyllä	45	8,6 %
Ei	481	91,4 %
Tajuttomuus		
Kyllä	253	48,1 %
Ei	115	21,9 %
Ei tietoa	158	30,0 %
Muistikatko		
Kyllä	130	24,7 %
Ei	76	14,4 %
Ei tietoa	320	60,8 %
Primaari GCS		
13-15	228	43,3 %
9-12	50	9,5 %
3-8	114	21,7 %
Ei tietoa	134	25,5 %
Intuboitu		
Kyllä	175	33,3 %
Ei	351	66,7 %
Jatkokuntoutus		
Kyllä	303	57,6 %
Ei	223	42,4 %
Kuollut		
Kyllä	60	11,4 %
Ei	466	88,6 %

GCS = Glasgow Coma Scale

DAI = diffuusi aksonaalinen vaurio

4.2 Tulokset

Vertailu aineiston muuttujien osalta ikäryhmien 18–59 -vuotiaat sekä 60-vuotiaiden ja tätä vanhempien välillä on esitetty taulukoissa 4 ja 5.

Taulukko 4. Ikäryhmien välinen vertailu (1/2) aineiston muuttujien suhteen

	18–59-vuotiaat		≥60-vuotiaat	
	n	%	n	%
Sukupuoli				
Mies	273	82,73 %	140	71,43 %
Nainen	57	17,27 %	56	28,57 %
Vammamekanismi				
Pahoinpitely	40	12,12 %	1	0,51 %
Korkealta putoaminen	68	20,61 %	14	7,14 %
Portaissa kaatuminen	19	5,76 %	37	18,88 %
Kaatuminen maan tasalla	85	25,76 %	89	45,41 %
Liikenneonnettomuus (moottoroitu ajoneuvo osallisen	56	16,97 %	14	7,14 %
Polkupyöräonnettomuus	25	7,58 %	19	9,69 %
Osuma esineestä	21	6,36 %	3	1,53 %
Ampuma-asevamma	1	0,30 %	4	2,04 %
Mekanismi muu tai tuntematon	15	4,55 %	15	7,65 %
Alkoholi				
Kyllä	157	47,58 %	66	33,67 %
Ei	112	33,94 %	80	40,82 %
Ei tietoa	61	18,48 %	50	25,51 %
Antikoagulaatiolääkitys				
Kyllä	10	3,03 %	54	27,55 %
Ei	320	96,97 %	142	72,45 %
Kallonmurtumatyyppi				
Kallonpohja	175	53,03 %	99	50,51 %
Kalotti	110	33,33 %	77	39,29 %
Molemmat	45	13,64 %	20	10,20 %
Kasvoluiden murtuma				
Kyllä	175	53,03 %	86	43,88 %
Ei	155	46,97 %	110	56,12 %
Muu liitännäisvamma				
Kyllä	122	36,97 %	56	28,57 %
Yläraaja	55	16,67 %	19	9,69 %
Alaraaja	30	9,09 %	15	7,65 %
Lantio	19	5,76 %	7	3,57 %
Torso	69	20,91 %	32	16,33 %
Kaularanka	20	6,06 %	15	7,65 %
Kaulavaltimo	15	4,55 %	7	3,57 %
Muu	22	6,67 %	9	4,59 %
Ei	208	63,03 %	140	71,43 %

Taulukko 5. Ikäryhmien välinen vertailu aineiston muuttujien suhteen (2/2)

	18–59-vuotiaat			≥60-vuotiaat	
	n	%		n	%
Tajuttomuus					
Kyllä	163	49,39 %		90	45,92 %
Ei	71	21,52 %		44	22,45 %
Ei tietoa	96	29,09 %		62	31,63 %
Muistikatko					
Kyllä	90	27,27 %		40	20,41 %
Ei	47	14,24 %		29	14,80 %
Ei tietoa	193	58,48 %		127	64,80 %
Primaari GCS					
13-15	145	43,94 %		83	42,35 %
9-12	36	10,91 %		14	7,14 %
3-8	74	22,42 %		40	20,41 %
Ei tietoa	75	22,73 %		59	30,10 %
Intuboitu					
Kyllä	112	33,94 %		63	32,14 %
Ei	218	66,06 %		133	67,86 %
Jatkokuntoutus					
Kyllä	183	55,45 %		120	61,22 %
Ei	147	44,55 %		76	38,78 %
Kuollut					
Kyllä	20	6,06 %		40	20,41 %
Ei	310	93,94 %		156	79,59 %

GCS = Glasgow Coma Scale

4.2.1 Sukupuoli

Aiemmasta tarkemmasta ikäryhmäperustaisesta kuvaajasta (kuva 1) pystyttiin jo huomaamaan, että vanhemmissa ikäryhmissä miesten yliedustus kallonmurtumapotilaista vähenee. 60-vuotiaissa ja tätä vanhempien keskuudessa suhdeluku M:N oli 2,5:1 kun se alle 60-vuotiaiden keskuudessa oli 4,8:1.

4.2.2 Vammamekanismit, kallonmurtumatyypit ja muut liitännäisvammat

Alle 60-vuotiaiden ryhmässä vammamekanismit pahoinpitely, korkealta putoaminen liikenneonnettomuus sekä osuma esineestä olivat selvästi yleisempiä kuin tätä vanhempien keskuudessa. 60-vuotiaiden ja tätä vanhempien ryhmässä kaatuminen maan tasalla ja kaatuminen portaissa olivat yleisempiä kuin nuoremmassa ikäryhmässä.

Kallonpohjan tai yhdistetty kalotin ja kallonpohjan murtuma oli yleisempi löydös alle 60-vuotiailla kuin tätä vanhemmilla (66,67% ja 60,71 % vastaavasti). Kasvoluiden murtumien esiintyvyyksissä oli havaittavissa vastaavan suuntaiset erot ikäryhmien välillä (53,03 % ja 43,88 %). Muita liitännäisvammoja havaittiin 36,97 % tapauksissa alle 60-vuotiaista ja 28,57 %:lla tätä vanhemmista.

4.2.3 Muut muuttujat

Intuboitujen potilaiden osuuksissa ei ole havaittavissa mainittavaa eroa 18–59-vuotiaiden ja yli 60-vuotiaiden ikäryhmien välillä. Alkoholi oli osallisena varmistetusti 47,58 % 18–59-vuotiaiden vammoissa, mutta vain 33,67 % yli 60-vuotiaiden kohdalla. Alkoholin osalta tietoa ei ollut kirjattu, tai sitä ei ollut selvitetty vastaavasti 18,48 % ja 25,51 % kohdalla, mikä tuo epävarmuutta näiden osuuksien arviointiin. Vastaavanlainen ilmiö on myös muistiaukon esiintymisen sekä primaarivaiheen GCS-luvun välillä. Näitä tietoja ei ole joko kirjattu tai selvitetty alle ja yli 60-vuotiaiden ryhmissä GCS:n osalta 22,73 % ja 30,10 % kohdalla, sekä muistiaukon osalta 58,48 % ja 64,80 % kohdalla vastaavasti.

Kallonmurtumaan johtaneen vamman seurauksena alle 60-vuotiaiden ryhmässä kuolleisuus oli 6,06 % (n = 20), ja tätä vanhempien keskuudessa 20,41 % (n = 40). Jatkokuntoutuksen tarve oli yleisempää 60-vuotiaiden ja tätä vanhempien keskuudessa kuin alle 60-vuotiailla (61,22 % ja 55,45 % vastaavasti). Potilaista 56:lla kuolinsyy liittyi välittömästi aivovammaan. Neljän potilaan kohdalla menehtymiseen vaikutti elintoimintojen pettäminen tai menehtymisen syy ei selvinnyt aineistosta.

4.2.4 Kallonsisäiset vammat

Aineistossa kallonsisäinen vamma (ICH, SAV, SDH tai EDH tai näiden yhdistelmä) todettiin alle 60-vuotiaiden ryhmässä harvemmin (75,2 %) kuin 60-vuotiailla ja tätä vanhemmilla (87,8 %). Vammatyypeittäin esiintyvyydet olivat ICH-, SAV- ja SDH-vammatyyppien suhteen suuremmat iäkkäämpien ryhmässä. EDH esiintyvyys oli kuitenkin selvästi suurempaa 18-59-vuotiaiden ryhmässä (19,1 %) kuin yli 60-vuotiaiden keskuudessa (8,7 %). Aineistossa DAI oli määritelty muista kallonsisäisistä vammoista erillisenä löydöksenä. Se todettiin 13,3 % (n = 44) 18-59-vuotiaista, mutta vain 0,5 % (n = 1) yli 60-vuotiaista. Kallonsisäiset vammalöydökset ovat esitettyinä taulukossa 6.

Taulukko 6. Kallonsisäisten vammojen esiintyvyys ikäryhmittäin

	18–59-vuotiaat			≥60-vuotiaat	
Kallonsisäinen vamma	n	%		n	%
Kyllä	248	75,2 %		172	87,8 %
Ei	82	24,8 %		24	12,2 %
Vammatyypit	n	%		n	%
ICH	140	42,4 %		113	57,7 %
SAV	115	34,8 %		114	58,2 %
SDH	116	35,2 %		113	57,7 %
EDH	63	19,1 %		17	8,7 %
DAI	n	%		n	%
Kyllä	44	13,3 %		1	0,5 %
Ei	286	86,7 %		195	99,5 %

DAI = diffuusi aksonaalinen vaurio

ICH = aivokudoksen sisäinen verenvuoto

SAV = lukinkalvonalainen verenvuoto

SDH = kovakalvon alainen verenvuoto

EDH = kovakalvon ulkopuolinen verenvuoto

4.2.5 Kallonsisäisten vammojen piirteet

Aineiston potilaat eroteltiin kallonsisäisen vamman esiintyvyyden suhteen, ja verrattiin eri muuttujia ryhmien välillä (Taulukko 7). Miehistä 80,4 % ja naisista 77,9 % kallonmurtumaan assosioitui kallonsisäinen vamma (IC-leesio).

Vammamekanismien mukaan arvioituna suurin esiintyvyys kallonsisäisellä vammalla oli ampuma-asevammojen yhteydessä (100%, n = 5). Näistä neljä oli itseaiheutettuja sekä yksi epäselvä ampuma-asevamma. Seuraavaksi useimmin kallon sisäisiä vammoja todettiin maan tasalla kaatuneilla, korkealta pudonneilla sekä portaissa kaatuneilla potilailla (86,2 %; 80,5 % ja 80,4 % vastaavasti). Polkupyörä- ja liikenneonnettomuuksien seurauksena kallonsisäinen vamma todettiin kallonmurtumapotilailla 77,3 % ja 74,3 % tapauksissa vastaavasti. Mikäli kallonmurtuma oli seurausta pahoinpitelystä tai muusta kalloon kohdistuneesta osumasta, oli kallonsisäisen vamman esiintyvyys 70,7 % ja 58,3 % vastaavasti.

Kallonmurtumatyypeittäin molemmat, sekä kallonpohjan että kalotin murtuman saaneiden ryhmässä kallonsisäinen vamma oli yleisin (92,3 %). Pelkän kalotin tai pelkän

kallonpohjan murtuman saaneilla potilailla kallonsisäinen vamma todettiin vastaavasti 82,9 %:lla ja 74,8 %:lla.

Kasvoluiden murtuman saaneilla potilailla IC-leesio todettiin 74,8 % tapauksista, ja ilman kasvonluiden vauriota IC-leesion esiintyvyys oli 89,4 %. Muun liitännäisvamman saaneilla potilailla IC-leesio esiintyi 77,5 % tapauksista ja ilman liitännäisvammaa osuus oli 81,0 %.

Aineistossa intuboiduilla potilailla kallonsisäinen vamma oli harvinaisempi löydös kuin intuboimattomilla (78,8 % ja 87,4 % vastaavasti). Antikoagulaatiolääkitystä käyttävillä potilailla IC-leesio esiintyi useammin (84,4 %) kuin lääkitsemättömillä (79,2 %).

Aineistossa kuolleista potilaista 100 % (n = 60) oli saanut myös kallonsisäisen vamman. Kallonsisäisen vamman saaneista potilaista (n = 420) menehtyi näin ollen 14,3 %, kun taas kuolleisuus ilman kallonsisäistä vammaa oli kallonmurtumapotilailla 0,0 %.

Taulukko 7. Kallonsisäisen vamman ja muuttujien välinen esiintyminen

	Kallonsisäinen vamma		Ei kallonsisäistä vammaa	
	n	%	n	%
Kaikki	420	79,8 %	106	20,2 %
Sukupuoli				
Mies	332	80,4 %	81	19,6 %
Nainen	88	77,9 %	25	22,1 %
Vammamekanismi				
Ampuma-asevamma	5	100,0 %	0	0,0 %
Kaatuminen maan tasalla	150	86,2 %	24	13,8 %
Korkealta putoaminen	66	80,5 %	16	19,5 %
Portaissa kaatuminen	45	80,4 %	11	19,6 %
Polkupyöräonnettomuus	34	77,3 %	10	22,7 %
Liikenneonnettomuus	52	74,3 %	18	25,7 %
Pahoinpitely	29	70,7 %	12	29,3 %
Osuma esineestä	14	58,3 %	10	41,7 %
Mekanismi muu tai tuntematon	25	83,3 %	5	16,7 %
Kallonmurtumatyyppi				
Kallonpohja	205	74,8 %	69	25,2 %
Kalotti	155	82,9 %	32	17,1 %
Molemmat	60	92,3 %	5	7,7 %
Kasvonluiden murtuma				
Kyllä	183	70,1 %	78	29,9 %
Ei	237	89,4 %	28	10,6 %
Muu liittännäisvamma				
Kyllä	138	77,5 %	40	22,5 %
Ei	282	81,0 %	66	19,0 %
Alkoholi				
Kyllä	177	79,4 %	46	20,6 %
Ei	156	81,3 %	36	18,8 %
Ei tietoa	87	78,4 %	24	21,6 %
Intuboitu				
Kyllä	171	78,8 %	46	21,2 %
Ei	249	87,4 %	36	12,6 %
Antikoagulaatio				
Kyllä	54	84,4 %	10	15,6 %
Ei	366	79,2 %	96	20,8 %
Sairaalakuntoutuksen tarve				
Kyllä	271	89,4 %	32	10,6 %
Ei	149	66,8 %	74	33,2 %
Kuollut				
Kyllä	60	100,0 %	0	0,0 %
Ei	360	77,3 %	106	22,7 %

4.2.6 Glasgow Coma Scale ja kuolleisuus

Kuolleisuuden esiintyminen primaarivaiheessa todetun GCS:n mukaan esitetty taulukossa 8. Kuolleisuus oli yleisintä alemmilla GCS-pisteillä.

Taulukko 8. Kuolleisuus primaarivaiheen GCS:n mukaan

	Kuollut			Elossa	
Primaari GCS	n	%		n	%
13-15	8	3,5 %		220	96,5 %
9-12	7	14,0 %		43	86,0 %
3-8	36	31,6 %		78	68,4 %
Ei tietoa	9	6,7 %		125	93,3 %

GCS = Glasgow Coma Scale

4.2.7 Kallonmurtumatyyppi ja kuolleisuus

Taulukossa 6 on esitetty kuolleisuus kallonmurtumatyyppin mukaan. Sekä kallonpohjan että kalotin murtuman saaneiden potilaiden keskuudessa kuolleisuus oli yleisintä (21,5 %). Pelkän kallonpohjan tai kalotin murtuman saaneiden potilaiden kuolleisuudet olivat 10,2 % ja 9,6 % vastaavasti.

Aiemmin havaittiin IC-leesioiden ja kuolleisuuden yhteys sekä toisaalta suurempi IC-leesioiden esiintyminen molemmat kallonmurtumatyypit saaneiden potilaiden keskuudessa. Kallonpohjan murtuman saaneiden keskuudessa IC-leesioiden osuus oli selvästi pienempi, mutta näiden kuolleisuus vaikuttaisi olevan hieman suurempi kuin pelkän kalotin murtuman saaneiden potilaiden.

Taulukko 9. Kallonmurtumatyyppi ja mortaliteetti

	Kuollut			Elossa	
Murtuma	n	%		n	%
Kallonpohja	28	10,2 %		246	89,8 %
Kalotti	18	9,6 %		169	90,4 %
Molemmat	14	21,5 %		51	78,5 %

4.2.8 Vammamekanismi ja kuolleisuus

Kallonmurtumapotilailla ampuma-asevammaan assosioitui suurin kuolleisuus (80 %). Seuraavaksi yleisintä kuolleisuus kallonmurtumapotilailla oli portaissa kaatumisen, liikenneonnettomuuden ja maan tasalla kaatumisen seurauksena (19,6 %; 17,1 % ja 10,3 % vastaavasti). Hieman yllättäen korkealta putoamisen seurauksena syntyneeseen kallonmurtumaan assosioitui vain 8,5 % kuolleisuus. Kuolleisuudet eri vammamekanismien osalta on esitetty taulukossa 10.

Taulukko 10. Kuolleisuus ja vammamekanismit

	Kuollut			Elossa	
Vammamekanismi	n	%		n	%
Ampuma-asevamma	4	80,0 %		1	20,0 %
Portaissa kaatuminen	11	19,6 %		45	80,4 %
Liikenneonnettomuus	12	17,1 %		58	82,9 %
Kaatuminen maan tasalla	18	10,3 %		156	89,7 %
Korkealta putoaminen	7	8,5 %		75	91,5 %
Osuma esineestä	2	8,3 %		22	91,7 %
Pahoinpitely	3	7,3 %		38	92,7 %
Polkupyöräonnettomuus	1	2,3 %		43	97,7 %
Mekanismi muu tai tuntematon	2	6,7 %		28	93,3 %

5 Pohdinta

5.1 Rajoitukset

Tutkielma perustuu manuaalisesti kerättyyn aineistoon. Aineistoa alun perin koostettaessa on painotettu suu- ja leukakirurgisia kasvovammoja, ja varsinainen kallonmurtumien tarkempi luokittelu rajoittuu kahteen murtumatyyppiin (kallonpohjan murtuma ja muu kallon murtuma). Liitännäisvammojen luokittelun suhteen vaikeusastetta ei ole aineistossa määritetty.

Aineistoon sisällytettyjen potilaiden osalta ei edellytetty määritettyä seuranta-aikaa, eivätkä pitkäaikaistulokset päätemuuttujien kuten kuolleisuuden suhteen näin ollen ole yhteneväisiä. Lisäksi potilaan poistuttua sairaalasta tai HUS-alueen erikoissairaanhoidon piiristä on aineistoon saatavilla olleiden tietojen paikkansapitävyys epäluotettavampaa.

Ennen sairaalaan pääsyä menehtyneitä potilaita ei myöskään ole käsitelty aineistossa, mikä voi osaltaan vääristää tuloksia eri muuttujien suhteen. Tutkimustuloksia ei ole tarkasteltu tilastollisia analyysimenetelmiä hyödyntäen.

5.2 Tuloksiin liittyvä pohdinta

Tutkimuksessa tarkasteltiin kallonmurtumapotilaista koostuvaa aineistoa epidemiologiselta kannalta ja arvioitiin vammamekanismien sekä aivo- ja liittännäisvammojen esiintyvyyden erityispiirteitä erityisesti ikääntyneiden ryhmässä. Tutkimushypoteesina oli, että kallonmurtumien taustatekijöissä ja kallonmurtumiin liittyvien aivovammojen esiintyvyydessä on eroja ikääntyneiden ja nuorempien potilaiden välillä. Tavoitteena on löytää aikuisväestön kallonmurtumapotilaiden ennusteeseen ja oheisvammoihin liittyviä riskitekijöitä kliinisen päätöksenteon tueksi.

Tutkimushypoteesi osoittautui oikeaksi. Kallonmurtumapotilaiden sukupuolijakaumat, vammamekanismit, liittännäisvammat, kallonsisäisen vamman esiintyvyys sekä kuolleisuus erosivat vertailtujen ikäryhmien välillä. Aineiston kaikilla menehtyneillä potilailla oli myös aivovamma. Tulokset ovat linjassa aiempien tutkimusten kanssa. Kallonmurtuma sekä aivovamma liittyvät toisiinsa ja näiden samanaikaisuus lisää kuolleisuuden riskiä.

Tässä kallonmurtumapotilaista koostuvaa aineistoa käsittelevässä tutkimuksessa havaittiin, että kallonsisäinen vamma oli yleisin yhdistetyssä kallonpohjan ja kalotin murtumassa, ja kyseiseen löydökseen assosioitui myös suurin kuolleisuus. Vastaavaan tulokseen päätyi Fujiwara ym., kun he selvittivät kallonmurtuman merkitystä vakavan aivovamman saaneiden potilaiden kuolleisuuteen sairaalajakson aikana. Kyseisessä retrospektiivisessä tutkimuksessa havaittiin, että kalotin, kallonpohjan tai molempien näiden murtuma korreloi aivovammapotilaiden kuolleisuuteen, OR (ja 95% luottamusvalit) olivat vastaavasti 1,60 (1,42–1,98); 1,40 (1,16–1,70); ja 2,14 (1,74–2,64).

(3)

Tseng ym. havaitsivat aivovammapotilaita koskevassa tutkimuksessa, että kallomurtuma oli itsenäinen tekijä kuolleisuuden taustalla (OR 3,2 [95 % CI 1,3-8,1]). Tutkimuksessa muita huonon ennusteen merkkejä aivovammapotilailla oli aiemmin mainitun iän lisäksi hypotensio (OR 11,9 [95 % CI 2,1-68,1]), subduraalihakatooma (OR 3,9 [95% CI 1,4-9,6]) ja subaraknoidaalivuoto (OR 3,1 [95% CI 1,04-9,5]). Ensiarviossa suuremmat GCS-arvot liittyivät alhaisempaan kuolleisuuteen (OR 0,54 [95 % CI 0,41-0,71]). (35) Vastaavasti myös tässä tutkimuksessa kävi ilmi, että alhaisempi primaarivaiheen GCS näyttäisi ennustavan suurempaa kuolleisuutta. Tarkemmin eroteltujen kallonsisäisten vammatyyppejen mukaan kuolleisuutta ei käsitelty tässä tutkimuksessa.

Yavuz ym. tutkimuksessa selvitettiin kallomurtumien ja kallonsisäisten vammojen yhteyttä liikenneonnettomuuksien yhteydessä, ja havaittiin impressiomurtumien olevan yleisempiä miesten keskuudessa, kun taas lineaariset murtumat olivat yleisempiä naisten ja nuorten miesten keskuudessa. Tämän pääteltiin olevan seurausta aikuisten miesten kallomurtumien paksummasta rakenteesta, minkä edelleen tulkittiin johtavan koko vammaenergian kohdistumista paikallisesti sen sijaan, että se leviäisi laajemmalle kallomurtumien rakenteita pitkin. (17) Tässä tutkimuksessa käytössä ollut aineisto ei mahdollistanut tarkempaa murtumatyyppien pohjautuvaa luokittelua ja epidemiologista tarkastelua.

Potilaiden iän vaikutusta päähän vammautuneiden potilaiden kuolleisuuteen on selvitetty useissa tutkimuksissa (17-20). Fabbri ym. osoitti aivovammoihin keskittyneessä tutkimuksessaan, että vaikka ikääntyneillä vammapotilailla olikin todennäköisemmin kallomurtumia, ja vaikka määritellyn epäsuotuisan lopputuleman potilaiden mediaani-ikä oli korkeampi, ikä ei kuitenkaan yllättäen ollut tilastollisesti merkitsevä tekijä potilaiden kokonaisennusteen kannalta. (20) Tässä tutkimuksessamme yli 60-vuotiaat menehtyivät yli kolme kertaa useammin kuin nuoremmat potilaat. Voidaankin todeta, että iäkkään potilaan kallomurtuma etenkin samanaikaisesti aivovamman kanssa on vahva viite vakavasta vammasta ja lisääntyneestä kuolemanriskistä.

Gelbard ym. selvittivät yli 65-vuotiaiden kaatumisiin ja putoamisiin vaikuttavien tekijöiden ja niistä aiheutuvien vammautumisten erityispiirteitä. Maan tasalla kaatumisen rajana pidettiin alle metrin korkeudesta kaatumista. Yhteensä 400 potilaan aineistossa

maan tasalla kaatuneista ($n = 344$) ja tätä korkeammalta pudonneista ($n = 56$) kallonmurtuma esiintyi vastaavasti 2,0 % ja 5,4 %, ja kallon sisäinen vamma vastaavasti 22,1 % ja 25,0 %. (21) Tässä tutkimuksessamme kaatuminen maan tasalla ja portaissa kaatuminen olivat tyypillisimmät vammamekanismit iäkkäämpien kallonmurtumien taustalla, minkä lisäksi nämä olivat selvästi ylliedustettuna verrattuna nuorempien potilaiden vammamekanismeihin. Jossain määrin yllättäen kaatumiseen maan tasalla assosioitui myös suurin kallonsisäisen vamman esiintyvyys koko aineistossa ampumasevammoja lukuun ottamatta. Toisaalta, vaikka kallonmurtumiin assosioituvat kallonsisäiset vammat olivat yleisempiä maan tasalla kaatuneiden keskuudessa, ja nämä edelleen ennustivat kuolleisuutta, niin sekä portaissa kaatuminen että liikenneonnettomuudet olivat selvästi yleisempiä vammamekanismeja kuolleisuuden taustalla. (21)

Kiinnostavana löydöksenä tarkasteltaessa aineistoa GCS-arvojen, muistikatkojen ja tajuttomuuden esiintymisen sekä alkoholin käytön suhteen kaikissa näissä oli vaihtoehto ”ei tietoa” yleisempi yli 60-vuotiaiden ikäryhmässä kuin tätä nuorempien keskuudessa. Antikoagulaatiolääkitys yleisesti tunnetusti altistaa verenvuodoille, ja on traumaattisen pään vamman yhteydessä useimmiten indikaatio TT-kuvantamistutkimukselle riippumatta muista löydöksistä (24,42). Tässä tutkimuksessa havaittiin, että antikoagulaatiota käyttävillä kallonmurtuman saaneilla potilailla kallonsisäisen verenvuodon esiintyminen oli jonkin verran yleisempää. Kallonmurtuman aiheuttanutta pään vammaa voitaneen pitää vammaenergialtaan merkittävänä vammamekanismista riippumatta, ja voikin olettaa, että antikoagulaatiolääkityksen merkitys kallonsisäisen vamman riskitekijänä korostuisi pienempienergisten vammojen yhteydessä. Edelleen, antikoagulaatiolääkityksen käyttö on huomattavasti yleisempää ikääntyneemmän väestön keskuudessa ja on syytä ottaa huomioon aina traumapotilaita hoidettaessa.

Alkoholi vaikeuttaa pään vamman saaneen potilaan neurologisen tilan arviointia (20,22,31,33,48). Alkoholi myös tunnetusti lisää riskinottoa sekä heikentää koordinaatiota ja tasapainoa. Aineistossa keskushermostoon vaikuttavien lääkkeiden tai muiden päihteiden käyttöä ei ole eritelty. Kuitenkin, erityisesti keskushermostoon vaikuttavien lääkkeiden käyttö on yleisempää iäkkäämpien keskuudessa, ja näiden mahdollinen yhteisvaikutus alkoholin kanssa on omiaan altistamaan potilaita kaatumisille

sekä lisännee muidenkin vammamekanismien kohdalla alttiutta. Vaikka alkoholin osuus vammojen taustalla oli tässä tutkimuksessa pienempi iäkkäämmän ryhmän keskuudessa (33,67 %) kuin nuoremman vertailuryhmän keskuudessa (47,58 %), niin osuus on silti merkittävä.

5.3 Oma osuuteni tutkimuksessa

Oma osuuteni tässä tutkimuksessa käsitti valmiiseen potilasaineistoon ja sen muuttujiin tutustumisen. Tämän jälkeen laadin valittujen muuttujien suhteen sekä kuvailevat että potilasryhmiä vertailevat taulukot, ja kirjoitin näiden osalta tulokset auki. Kirjallisuuteen perehdyin itse ja tämän suhteen oleellisena katsomiani kirjallisuusviitteitä hyödyntäen laadin alun kirjallisuuskatsausosion sekä lopun pohdintaosuuden.

6 Johtopäätökset

Johtopäätöksenä aiemman aivovammoihin painottuvan kirjallisuuden mukaan voidaan todeta, että ikä vaikuttaisi olevan itsenäinen kuolleisuutta lisäävä tekijä myös kallomurtumien kohdalla. Traumaattinen pään vamma, johon liittyy kallomurtuma, on osoitus vakavasta vammasta ja assosioituvan kallonsisäisen vamman kanssa ne yhdessä lisäävät merkittävästi traumapotilaan kuolemanriskiä.

Vammamekanismina yhdistetyn kallomurtuman ja kallonsisäisen vamman saaneilla potilailla oli yllättävän usein arkiselta kuulostavat kaatumiset. Vaikka tämä itsessään ei tarkoita, että näiden matalaenergisiksi luokiteltavien vammamekanismien itsenäistä vaarallisuutta olisi perusteltua lähteä korostamaan, niin myös nämä potilaat ansaitsevat tulla systemaattisesti arvioituksi ja tutkitusti kaikilla terveydenhoidon tasoilla.

Kliinisesti merkittävien liitännäisvammojen esiintyminen ikäryhmästä riippumatta oli yleistä. Monivammapotilaiden hoitaminen on moniammatillista työtä. Kiinnostavana jatkotutkimuksen kohteena voisi olla tarkemmin eri vammamekanismien esiintyvyyksien sekä niihin assosioituvien tyypillisten liitännäisvammojen selvittäminen.

Lähdeluettelo

- (1) Väestöennuste 2018-2070. Tilastokeskus 2018
- (2) Tilastokeskus. Suomi lukuina, Väestö . 2021; Available at: https://www.tilastokeskus.fi/tup/suoluk/suoluk_vaesto.html. Accessed 4.5., 2021.
- (3) Fujiwara G, Okada Y, Ishii W, Iizuka R, Murakami M, Sakakibara T, et al. Association of skull fracture with in-hospital mortality in severe traumatic brain injury patients. *Am J Emerg Med* 2021 -03-11;46:78-83.
- (4) Leo P, McCrea M. Epidemiology. In: Laskowitz D, Grant G, editors. *Translational Research in Traumatic Brain Injury* Boca Raton (FL): CRC Press/Taylor and Francis Group; 2016.
- (5) Hsiao K-, Hsiao C-, Weng H-, Chen K-, Lin L-, Huang Y-. Factors predicting mortality in victims of blunt trauma brain injury in emergency department settings. *Emerg Med J* 2008 -10;25(10):670-673.
- (6) Luoto T, Leinonen V, Bendel S, Koivisto T, Jääskeläinen JE. *Aivovammat. Kirurgia*.
- (7) Yates PJ, Williams WH, Harris A, Round A, Jenkins R. An epidemiological study of head injuries in a UK population attending an emergency department. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2006 -05;77(5):699-701.
- (8) Koivisto T, Luoto T. *Aivovammat ja kallonmurtumat. Lääkärin käsikirja*; 2021.
- (9) Carson HJ. Brain trauma in head injuries presenting with and without concurrent skull fractures. *J Forensic Leg Med* 2009 -04;16(3):115-120.
- (10) Faried A, Halim D, Widjaya IA, Badri RF, Sulaiman SF, Arifin MZ. Correlation between the skull base fracture and the incidence of intracranial hemorrhage in patients with traumatic brain injury. *Chin J Traumatol* 2019 -10;22(5):286-289.
- (11) Yoganandan N, Pintar FA, Sances A, Walsh PR, Ewing CL, Thomas DJ, et al. Biomechanics of skull fracture. *J Neurotrauma* 1995 -08;12(4):659-668.
- (12) Wang H, Zhou Y, Liu J, Ou L, Han J, Xiang L. Traumatic skull fractures in children and adolescents: A retrospective observational study. *Injury* 2018 -02;49(2):219-225.
- (13) Bagnon KL, Hudgins PA. Skull base fractures and their complications. *Neuroimaging Clin N Am* 2014 -08;24(3):439-viii.
- (14) Lund V. *Aivovammapotilas ensihoidossa. Anestesiologia, teho-, ensi- ja kivunhoito*; 2020.

- (15) Kraus JF, Black MA, Hessol N, Ley P, Rokaw W, Sullivan C, et al. The incidence of acute brain injury and serious impairment in a defined population. *Am J Epidemiol* 1984 -02;119(2):186-201.
- (16) Tiret L, Hausherr E, Thicoipe M, Garros B, Maurette P, Castel JP, et al. The epidemiology of head trauma in Aquitaine (France), 1986: a community-based study of hospital admissions and deaths. *Int J Epidemiol* 1990 -03;19(1):133-140.
- (17) Mushkudiani NA, Engel DC, Steyerberg EW, Butcher I, Lu J, Marmarou A, et al. Prognostic value of demographic characteristics in traumatic brain injury: results from the IMPACT study. *J Neurotrauma* 2007 -02;24(2):259-269.
- (18) Heiden JS, Small R, Caton W, Weiss M, Kurze T. Severe head injury. Clinical assessment and outcome. *Phys Ther* 1983 -12;63(12):1946-1951.
- (19) Yavuz MS, Asirdizer M, Cetin G, Günay Balci Y, Altinkok M. The correlation between skull fractures and intracranial lesions due to traffic accidents. *Am J Forensic Med Pathol* 2003 -12;24(4):339-345.
- (20) Fabbri A, Servadei F, Marchesini G, Stein SC, Vandelli A. Early predictors of unfavourable outcome in subjects with moderate head injury in the emergency department. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2008 -05;79(5):567-573.
- (21) Gelbard R, Inaba K, Okoye OT, Morrell M, Saadi Z, Lam L, et al. Falls in the elderly: a modern look at an old problem. *Am J Surg* 2014 -08;208(2):249-253.
- (22) Menon DK, Schwab K, Wright DW, Maas AI. Position statement: definition of traumatic brain injury. *Arch Phys Med Rehabil* 2010 -11;91(11):1637-1640.
- (23) Lund V. Lievän aivovamman arviointi. *Anestesiologia, teho-, ensi- ja kivunhoito: Kustannus Oy Duodecim*; 2020.
- (24) Suomalaisen Lääkäriseuran Duodecimin, Suomen Anestesiologiyhdistyksen neuroanestesian jaoksen, Suomen Fysiatriryhdistyksen, Suomen Neurokirurgisen Yhdistyksen, Suomen Neurologisen Yhdistyksen, Suomen Neuropsykologinen Yhdistys ry:n ja Suomen Vakuutuslääkärien Yhdistyksen asettama työryhmä. Aivovammat. Käypä hoito -suositus. 2021; Available at: <https://www.kaypahoito.fi/hoi18020#K1>. Accessed 18.04., 2021.
- (25) Lund V. Primaari- ja sekundaarivauriot aivovammoissa. *Anestesiologia, teho-, ensi- ja kivunhoito: Kustannus Oy Duodecim*; 2020.
- (26) Lund V. Keskivaikea ja vaikea aivovamma. *Anestesiologia, teho-, ensi- ja kivunhoito: Kustannus Oy Duodecim*; 2020.
- (27) Lehtonen J. Tajuttomuuden asteen määrittäminen. *Anestesiologia, teho-, ensi- ja kivunhoito: Kustannus Oy Duodecim*; 2020.

(28) Meredith W, Rutledge R, Hansen AR, Oller DW, Thomason M, Cunningham P, et al. Field triage of trauma patients based upon the ability to follow commands: a study in 29,573 injured patients. *J Trauma* 1995 -01;38(1):129-135.

(29) Schreiber MA, Aoki N, Scott BG, Beck JR. Determinants of mortality in patients with severe blunt head injury. *Arch Surg* 2002 -03;137(3):285-290.

(30) Muñoz-Sánchez MA, Murillo-Cabezas F, Cayuela-Domínguez A, Rincón-Ferrari MD, Amaya-Villar R, León-Carrión J. Skull fracture, with or without clinical signs, in mTBI is an independent risk marker for neurosurgically relevant intracranial lesion: a cohort study. *Brain Inj* 2009 -01;23(1):39-44.

(31) Ingebrigtsen T, Romner B, Kock-Jensen C. Scandinavian guidelines for initial management of minimal, mild, and moderate head injuries. The Scandinavian Neurotrauma Committee. *J Trauma* 2000 -04;48(4):760-766.

(32) ATLS Advanced Trauma Life Support Program for Doctors. 7th ed.: American College of Surgeons; 2004.

(33) Kirves H. Vaikkeasti vammautuneen potilaan hoidon tavoitteet ensihoidossa. Anestesiologia, teho-, ensi- ja kivunhoito: Kustannus Oy Duodecim; 2020.

(34) Luoto T, Leinonen V, Bendel S, Koivisto T, Jääskeläinen JE. Kallonmurtumien hoito. Kirurgia: Kustannus Oy Duodecim; 2017.

(35) Tseng W, Shih H, Su Y, Chen H, Hsiao K, Chen I-. The association between skull bone fractures and outcomes in patients with severe traumatic brain injury. *J Trauma* 2011 -12;71(6):1611-1614; discussion 1614.

(36) Stiell IG, Wells GA, Vandemheen K, Clement C, Lesiuk H, Laupacis A, et al. The Canadian CT Head Rule for patients with minor head injury. *Lancet* 2001 -05-05;357(9266):1391-1396.

(37) Ren L, Wang D, Liu X, Yu H, Jiang C, Hu Y. Influence of Skull Fracture on Traumatic Brain Injury Risk Induced by Blunt Impact. *Int J Environ Res Public Health* 2020 -04-01;17(7).

(38) Wan X, Zhao K, Wang S, Zhang H, Zeng L, Wang Y, et al. Is It Reliable to Predict the Outcome of Elderly Patients with Severe Traumatic Brain Injury Using the IMPACT Prognostic Calculator? *World Neurosurg* 2017 -07;103:584-590.

(39) Cevik Y, Doğan NÖ, Daş M, Karakayali O, Delice O, Kavalci C. Evaluation of geriatric patients with trauma scores after motor vehicle trauma. *Am J Emerg Med* 2013 -10;31(10):1453-1456.

(40) Keller JM, Sciadini MF, Sinclair E, O'Toole RV. Geriatric trauma: demographics, injuries, and mortality. *J Orthop Trauma* 2012 -09;26(9):161.

(41) Kshetry VR, Mindea SA, Batjer HH. The management of cranial injuries in antiquity and beyond. *Neurosurg Focus* 2007;23(1):E8.

- (42) Lingsma HF, Yue JK, Maas AIR, Steyerberg EW, Manley GT. Outcome prediction after mild and complicated mild traumatic brain injury: external validation of existing models and identification of new predictors using the TRACK-TBI pilot study. *J Neurotrauma* 2015 -01-15;32(2):83-94.
- (43) Perel P, Arango M, Clayton T, Edwards P, Komolafe E, Poccock S, et al. Predicting outcome after traumatic brain injury: practical prognostic models based on large cohort of international patients. *BMJ* 2008 -02-23;336(7641):425-429.
- (44) Steyerberg EW, Mushkudiani N, Perel P, Butcher I, Lu J, McHugh GS, et al. Predicting outcome after traumatic brain injury: development and international validation of prognostic scores based on admission characteristics. *PLoS Med* 2008 -08-05;5(8):e165; discussion e165.
- (45) Silverberg ND, Gardner AJ, Brubacher JR, Panenka WJ, Li JJ, Iverson GL. Systematic review of multivariable prognostic models for mild traumatic brain injury. *J Neurotrauma* 2015 -04-15;32(8):517-526.
- (46) Raj R, Bendel S, Reinikainen M, Hoppu S, Luoto T, Ala-Kokko T, et al. Traumatic brain injury patient volume and mortality in neurosurgical intensive care units: a Finnish nationwide study. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med* 2016 -11-08;24(1):133.
- (47) Carter EL, Hutchinson PJA, Koliass AG, Menon DK. Predicting the outcome for individual patients with traumatic brain injury: a case-based review. *Br J Neurosurg* 2016;30(2):227-232.
- (48) Savitsky B, Givon A, Rozenfeld M, Radomislensky I, Peleg K. Traumatic brain injury: It is all about definition. *Brain Inj* 2016;30(10):1194-1200.